

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平8-267114

(43)公開日 平成8年(1996)10月15日

(51)Int.Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
B 2 1 B	37/28	8315-4E	B 2 1 B 37/00	1 1 8
	13/14		13/14	G
	27/02		27/02	A
	37/00	B B P	37/00	B B P
	37/42	8315-4E		1 1 6 T
審査請求 未請求 請求項の数2 O L (全 10 頁)				

(21)出願番号 特願平7-76653

(22)出願日 平成7年(1995)3月31日

(71)出願人 000001258

川崎製鉄株式会社

兵庫県神戸市中央区北本町通1丁目1番28号

(72)発明者 蛭田 敏樹

千葉県千葉市中央区川崎町1番地 川崎製鉄株式会社技術研究所内

(72)発明者 北浜 正法

千葉県千葉市中央区川崎町1番地 川崎製鉄株式会社技術研究所内

(74)代理人 弁理士 杉村 暁秀 (外5名)

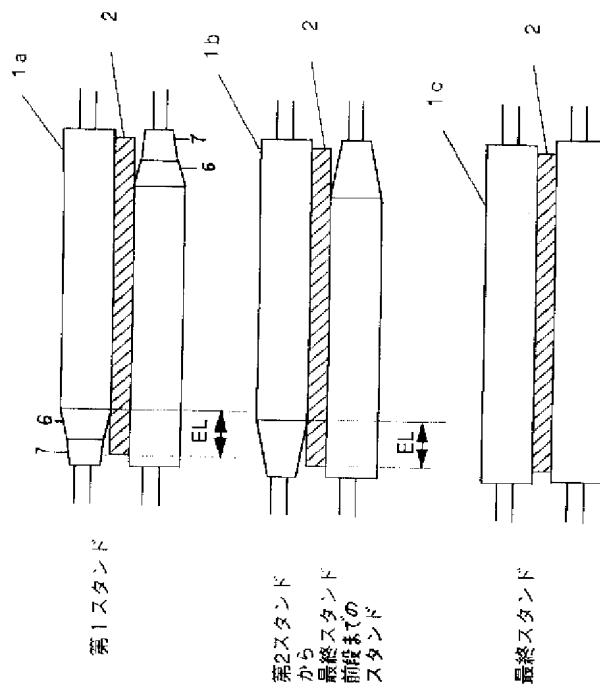
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 冷間圧延におけるエッジドロップ制御圧延方法

(57)【要約】

【構成】 冷間タンデム圧延機列によって板材の冷間圧延を行うに当たり、少なくとも第1スタンドのワークロール対それぞれの相異なる片側端部には、傾きが2段階で先細りになる2段テーパ状クラウンを付与すると共に、最終スタンドを除く残りのスタンドのワークロール対それぞれの相異なる片側端部には、1段のテーパ状クラウンを付与し、母板プロフィールの情報に基づいて、板プロフィールが目標プロフィールになるように、各ワークロールを適宜ロール軸方向にシフトして圧延する。

【効果】 母板クラウンがコイル内で変動した場合であっても、また母板板厚が薄い場合であっても、効果的にエッジドロップを軽減し、均一な幅方向板厚プロフィールを得る。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 上下のワークロールをそれぞれロール軸方向にシフト可能に組み込んだ圧延機を連ねた冷間タンデム圧延機列を用いて板材の冷間圧延を行うに当たり、少なくとも第1スタンドのワークロール対それぞれの相異なる片側端部には、傾きが2段階で先細りになる2段テーパ状クラウンを付与すると共に、最終スタンドを除く残りのスタンドのワークロール対それぞれの相異なる片側端部には、1段のテーパ状クラウンを付与し、母板プロフィールの情報に基づいて、板プロフィールが目標プロフィールになるように、各ワークロールを適宜ロール軸方向にシフトさせて圧延することを特徴とする冷間圧延におけるエッジドロップ制御圧延方法。

【請求項2】 上下のワークロールをそれぞれロール軸方向にシフト可能に組み込んだ圧延機を連ねた冷間タンデム圧延機列を用いて板材の冷間圧延を行うに当たり、少なくとも第1スタンドのワークロール対それぞれの相異なる片側端部には、傾きが2段階で先細りになる2段テーパ状クラウンを付与すると共に、最終スタンドを除く残りのスタンドのワークロール対それぞれの相異なる片側端部には、1段のテーパ状クラウンを付与し、少なくとも第1スタンドの入り出側および最終スタンドの出側において板プロフィールを測定し、これらの測定結果に基づいて、板プロフィールが目標プロフィールになるように、各ワークロールを適宜ロール軸方向にシフトさせて圧延することを特徴とする冷間圧延におけるエッジドロップ制御圧延方法。

【発明の詳細な説明】**【0001】**

【産業上の利用分野】この発明は、冷間圧延におけるエッジドロップ制御圧延方法に関し、特にワークロールの片側端部に付与したテーパ状のクラウンの有効活用によって幅方向のエッジ端部に発生するエッジドロップを軽減し、もって幅方向にわたる板厚偏差を低減しようとするものである。

【0002】

【従来の技術】冷間圧延において、板材のエッジ部には、ワークロール偏平の急激な回復および圧延材の幅方向へのメタルフローに起因して板厚が中央部よりも急激に薄くなる現象、いわゆるエッジドロップが発生する。このエッジドロップが大きいと、板幅方向に均一な板厚が得られないので、品質の良好な製品を得るためには耳切り代を大きくする必要が生じ、その結果、歩留りならびに生産効率の低下を余儀なくされる。

【0003】従来、かようなエッジドロップを軽減する方法として、ロールベンディング法およびワークロールにイニシャルクラウンを付与する方法等が知られている。また、ロール胴の片側端部に単純なテーパ状のクラウンを付与し、ワークロールをロール軸方向にシフトさせ、このテーパ部で板のエッジ部を圧延する方法

(特開昭55-77903号公報)が提案されている。さらに、この方法を改良したものとして、特開昭61-86003号公報に開示の方法がある。

【0004】上記の方法は、特開昭55-77903号公報が1次式で示されるテーパ形状であったのを、2段テーパもしくは2段の大小のクラウンをロール胴の片側端部に付与したもので、図1(a)に示すように、胴部に連続する凸クラウン状テーパが比較的大きい第1テーパ部と、この第1テーパ部に連なる小さい凸クラウン状テーパか凹クラウン状テーパを有する第2テーパ部と、を有するワークロールでエッジドロップ制御を行うものである。これら従来の技術はいずれも、図1(b)に示すように、第1スタンドで板のエッジ部に板厚の厚い部分(盛り上がり部)を形成させ、後段スタンドでこの板厚の厚い部分からメタルフローを生じさせることにより、エッジドロップ制御を行うものである。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】上述した従来の圧延方法によってエッジドロップを制御する場合、母板(ホットコイル)のクラウンが比較的小さい場合には、冷間圧延において発生するエッジドロップの制御はある程度可能であった。しかしながら、熱間圧延の1サイクルでは、ロールのサーマルクラウンの増大やロール摩耗によって板プロフィールが1コイル毎に変化し、必ずしも小さな板クラウン(例えばエッジ25mm位置と板幅中央の板厚の差で定義される量)のコイルが得られるとは限らない。例えば、ホットクラウンの大きなコイル(エッジ25mm位置のクラウンが40 μ m以上)を、従来の1段テーパロールによってエッジドロップを制御する場合には、ワークロールシフト量を大きくする必要があるが、このような条件下ではエッジ部に大きなエッジアップが発生し、均一な幅方向板厚精度が得られないという欠点があった。

【0006】この点、特開昭61-86003号公報に開示の方法では、比較的板厚が厚い(母板板厚:4mm以上)場合には、2段のテーパークラウンを活用することにより、第1スタンドで形成されら盛り上がり部(図1(b))が第2、第3スタンドで十分に平坦化されるため、エッジドロップ制御がある程度可能であった。しかし、母板の板厚が薄い(母板板厚:4mm未満)場合には、第1スタンドで形成された盛り上がり部は最終スタンドまで遺伝し、幅方向の板厚精度はむしろ悪化する傾向にあった。しかもこの場合、後段スタンドではストレートロールを用いているので、板の最エッジではエッジドロップが大きくなるという欠点があった。さらに、この特開昭61-86003号公報に開示の方法では、入側の母板クラウンによってワークロールのシフト位置を設定したり、フィードフォワード制御する方法が示されていないので、上述したように入側母板クラウンがコイル内で変動した場合には、十分な精度で目標のエッジドロップが得られないと

いう欠点があった。

【0007】この発明は、上記の問題を鑑み、従来の欠点を克服すべく開発されたもので、母板クラウンがコイル内で変動した場合であっても、また母板板厚が薄い場合であっても、高精度の下でエッジドロップを制御し、均一な幅方向板厚精度が得られる冷間圧延方法を提案することを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】すなわち、この発明は、上下のワークロールをそれぞれロール軸方向にシフト可能に組み込んだ圧延機を連ねた冷間タンデム圧延機列を用いて板材の冷間圧延を行うに当たり、少なくとも第1スタンドのワークロール対それぞれの相異なる片側端部には、傾きが2段階で先細りになる2段テーパ状クラウンを付与すると共に、最終スタンドを除く残りのスタンドのワークロール対それぞれの相異なる片側端部には、1段のテーパ状クラウンを付与し、母板プロフィールの情報に基づいて、板プロフィールが目標プロフィールになるように、各ワークロールを適宜ロール軸方向にシフトさせて圧延することを特徴とする冷間圧延におけるエッジドロップ制御圧延方法（第1発明）である。

【0009】また、この発明は、上下のワークロールをそれぞれロール軸方向にシフト可能に組み込んだ圧延機を連ねた冷間タンデム圧延機列を用いて板材の冷間圧延を行うに当たり、少なくとも第1スタンドのワークロール対それぞれの相異なる片側端部には、傾きが2段階で先細りになる2段テーパ状クラウンを付与すると共に、最終スタンドを除く残りのスタンドのワークロール対それぞれの相異なる片側端部には、1段のテーパ状クラウンを付与し、少なくとも第1スタンドの入り出側および最終スタンドの出側において板プロフィールを測定し、これらの測定結果に基づいて、板プロフィールが目標プロフィールになるように、各ワークロールを適宜ロール軸方向にシフトさせて圧延することを特徴とする冷間圧延におけるエッジドロップ制御圧延方法（第2発明）である。

【0010】以下、図面に従いこの発明を具体的に説明する。図2に、この発明に適用される各スタンドのワークロール形状を示す。なお、この例は、第1スタンドのみに2段のテーパ状クラウンを有するワークロール1aを配置した場合である。従って、第2スタンドから最終スタンドの前段までのスタンド（中間スタンド）には、1段のテーパ状クラウンを有するワークロール1bを配置する。最終スタンドは、板形状制御を目的として、ストレートのワークロール1cを配置する。ここで、ELは有効シフト量であり、テーパの起点と板端との距離として定義する。なお、同図に示したように、2段テーパの第1段目のテーパ6はバレルの内側に位置し、第2段目のテーパ7はそれよりも外側に位置する。

【0011】図3(a)、(b)にそれぞれ、第1、第2発明の実施に用いて好適な圧延設備を模式で示す。この例では、タンデム圧延機列として、4スタンドの6段圧延機からなる場合について示したが、スタンド数はこれ以上であっても良く、また圧延機としては、4段圧延機、さらには4段圧延機と6段圧延機を併用したものであっても良い。なお図中、番号2は被圧延材、3は中間ロール、4はバックアップロールである。さて、図3(a)に示した第1発明では、被圧延材のプロフィール情報として、熱間圧延で測定した母板コイルのプロフィール情報を利用するので、とくに板プロフィール計は必要としないが、図3(b)に示した第2発明では、少なくとも第1スタンドの入り出側および最終スタンドの出側で測定したプロフィール情報に基づいてエッジドロップの制御を行うものであるから、少なくとも第1スタンドの入り出側および最終スタンドの出側にはそれぞれ、エッジプロフィール計5a～5cを配置しておく必要がある。ここに、エッジプロフィール計としては、X線や γ 線等板を透過してその厚さ分布が測定可能なセンサーが好ましい。

【0012】まず、第1発明に従うエッジドロップ制御方法について説明する。この第1発明は、熱間圧延での板プロフィールの測定結果を基にして、第1スタンドのワークロールシフト位置を設定すると共に、それ以降のスタンド（最終スタンドを除く）のワークロールシフト位置を設定する方法である。さて、母板のクラウン（プロフィール）が、熱間圧延時の板プロフィール測定によって予め分かっていると、以下に示すように、転写率を用いて第1スタンド出側におけるエッジプロフィールを予測することができる。

【0013】ここに転写率とは、ロールのテーパ状クラウン（ストレートロールに対するテーパ状クラウンの間の隙）に対して板がどの程度ロール形状に転写するかを示す指標（比率）であり、テーパ状クラウンの大きさ（テーパ角度）、板厚、変形抵抗などによって決まるものである。図4は、その転写率の定義を示すもので、同一の板プロフィールを有する母板をストレートロールおよびテーパ状クラウンを有するロールで圧延した場合の板プロフィールの差をロールプロフィールで除したものである。このように、ストレートロール圧延との比較で転写率を定義しているので、冷間圧延で発生するエッジドロップをも含んで評価していることになる。

【0014】図5は、この転写率を実験で求めたものである。本実験条件は、母板厚：2.4mmから1.5mmまで1パスで仕上げ、テーパ形状は1次式で示されるものとし、ロールに付与したテーパの角度は4水準($\tan \theta = 1/300, 1/400, 1/600$ および $1/800$)である。図5から明らかなように、ワークロールに付与するテーパ角度が大きいほど転写率が大きくなることがわかる。また、板幅方向の中央部に行くに従って転写率は小さくなることがわかる。さらに、エッジから30～40mmの転写率が急激

に変化する範囲、エッジ40mmから板幅方向の中央部に向かい転写率が小さくなる範囲が存在することがわかる。

【0015】従って、これらの範囲を、異なったロール端部の形状（テーパ状クラウン）によってエッジドロップ制御すれば、高精度の製品が得られることになる。すなわち、板材の幅方向中央域の母板プロフィールを制御する場合には、テーパ角度の大きい第1段目テーパ部で圧延することによって、内部のクラウンが制御可能である。また、エッジから30～40mmの範囲の転写率は、内部の転写率よりも大きいので、第1スタンド出側で幅方向に板厚偏差のない板を得るためには、第2段目のテー

$$eh_1(X)/h_1 = (P(X, T) \cdot G(X, EL_1)) / h_1 + EH(X)/H \quad \text{--- (1)}$$

ここで、X：板幅方向座標、P：転写率、EH：母板エッジドロップ量、G：第1スタンドのテーパ量、H：母板板幅中央板厚、 h_1 ：第1スタンド出側板幅中央板厚、 eh_1 ：第1スタンド出側エッジプロフィール

なお、添字はスタンドを表す。

【0018】さて上記(1)式において、幅方向の任意の位置X、母板エッジドロップEH(X)と第1スタンド出側プロフィール $eh_1(X)$ を与えると、未知数は EL_1 のみとなるので、目標のエッジプロフィールとなるように EL_1 を求める。ついで、求めた EL_1 で第1スタンドのワークロールシフト位置を設定すればよい。このとき $eh_1(X)$ は板幅方向にわたって均一なプロフィール（板厚偏差0）を与えるようにするのが好ましい。

【0019】また、第1発明では、第2スタンドから最終スタンド前段のスタンドまでは単純なテーパロールを使用する。ここで、第1スタンド出側では、ほぼエッジドロップのないプロフィールになっているものとして、中間スタンドの最適有効シフト量(EL)を実験的に求めた結果を図6に示す。この実験は、角度1/400のテーパロールを用い、4スタンドからなる圧延機列において母板板厚：2.4mmの軟鋼板を、板厚：0.5mmに仕上げたものである。図6によれば、均一なプロフィールを得るためにはの条件が好適である。

【0020】このように、第1発明は、冷間圧延後のエ

$$eh'_1(X)/h_1 = (P(X, T) \cdot G(X, EL_1 + \Delta EL_1)) / h_1 + EH(X)/H \quad \text{--- (2)}$$

$$Eeh_1(X) = (eh'_1(X) - eh_1(X)) / \Delta EL_1 \quad \text{--- (3)}$$

【0023】ここで $Eeh_1(X)$ は、有効シフト量の変化 ΔEL_1 に対するエッジドロップ変化量の影響係数であり、次式(4)の J_1 を最小にする ΔEL_1 を設定すればよい。

$$J_1 = |(Ec_1(X) - Ea_1(X)) - Eeh_1(X) \cdot \Delta EL_1|^2 \quad \text{--- (4)}$$

図7(a)に、第2発明に従う第1スタンドのワークロールシフト位置の制御方法をフローチャートで示す。

【0024】次に、最終スタンド出側で測定したエッジプロフィール情報から中間スタンドのワークロールシフト位置を修正する方法について説明する。冷間圧延機列出側の板プロフィールに変化に及ぼすワークロールシフト量の影響は実験から容易に求めることができる。図8は、

パー部は第1段目のテーパ部よりも小さい角度を付与するのが妥当である。

【0016】図5に示した転写率Pは、板幅方向の座標Xおよびテーパ角度Tについての関数である。また、テーパの角度Tが大きくなるに従って転写率Pは大きくなっているため、任意の幅方向位置での第1スタンド出側のエッジドロップ(eh_1)は転写率(P)、有効シフト(EL_1)および母板のプロフィール測定から次式(1)で表すことができる。なお、有効シフト量は図2に示したように、テーパ起点から板端部までの距離である。

【0017】

エッジドロップを極力小さくするために、熱延プロフィールの測定結果に基づいて、冷間圧延機列のワークロールシフト位置をセットアップする方法である。

【0021】次に、第2発明に従うエッジドロップ制御方法について説明する。第2発明は、冷間圧延機列の第1スタンドの入り出側で測定した板プロフィールおよび圧延機列出側で測定した板プロフィール（エッジプロフィール）に基づいて、第1スタンドのワークロールシフト位置を設定すると共に、それ以降のスタンド（最終スタンドを除く）のワークロールシフト位置を設定する方法である。第1スタンド入側で板プロフィールを測定し、その測定結果に基づいてワークロール位置を設定または修正する方法は、上掲(1)式に示した方法と同様であるが、この第2発明では、EH(X)を冷間圧延機列の入り側で常時測定しているので、圧延中でもEH(X)の情報が判る。従って、母板コイルの長手方向のプロフィール変化に対応して、第1スタンド出側のエッジプロフィールを目標値にするように有効シフト量(EL_1)を調整するエッジプロフィールのフィードフォワード制御が可能である。

【0022】また、第1スタンド出側のエッジプロフィール計の測定結果を用いて第1スタンドのワークロールシフト位置を修正する方法は、(1)式からワークロールシフトを ΔEL_1 だけ移動させた場合には(2)式となり、(1)と(2)式との差は(3)式となる。

これを用いて圧延中に第1スタンドのワークロールシフト位置を修正するのである。

テーパ角度1/400のワークロールを第2スタンドに適用して、有効シフト量を ΔEL_2 だけ変化させた場合の任意の幅方向の位置におけるエッジドロップ変化量(Δeh_2)を示すものであるが、同図によれば、板端部よりも内部になるほどエッジドロップの変化量は小さくなっている。なおエッジドロップ変化量(Δeh_2)は幅方向座標Xとシフト変化量(ΔEL_2)との関数である。従って、エ

ジドロップ変化量の影響係数は図8に示した曲線の傾き

$$Eeh_2(X) = \Delta eh_2 / \Delta EL_2$$

【0025】さて、最終スタンド出側に設置したエッジプロフィール計の測定結果を Ea_n とし、目標のエッジドロップ量を Ec_n とすれば、これらの偏差は $Ec_n(X) - Ea_n$

$$J_2 = | (Ec_2(X) - Ea_2(X)) - Eeh_2(X) \cdot \Delta EL_2 |^2 \quad \text{---(6)}$$

なお、この例では、第2スタンドを制御する場合について述べたが、下流スタンドについても同様に最適な有効シフト変化量 ΔEL_1 を同様にして求めることができる。図7(b)に、第2発明に従う中間スタンドのワークロールシフト位置の制御方法をフローチャートで示す。

【0026】

【作用】テーパー付きのワークロールを用いた圧延では、ロールのテーパー形状が板に転写されることによってエッジドロップの制御が可能になる。この板がロール形状に転写する割合は板厚が厚いほど顕著であり、また図5に示したように、転写率は板幅の内部になるに従い小さくなるので、板厚の厚い第1スタンドでより内部のプロフィールを修正することが好ましい。

【0027】この発明における2段テーパー状クラウンロールの適用目的は、図1(b)に示した従来法のように第1スタンドの出側で顕著なエッジアップを板エッジ部に形成し、後段スタンドでそのエッジアップ部を平坦にするというものではない。この発明は、図1(c)に示すように、第1スタンドにおいてホット母板のプロフィールを修正し(第1スタンド出側では板のエッジ部を平坦なプロフィールにする)、下流の中間スタンドでは冷間圧延で発生するエッジドロップを補償するために1段のテーパー状クラウンを適用するものである。なお、後段スタンドにも2段テーパー状クラウンロールを適用することも考えられるが、後段スタンドになると板厚が薄くなるためエッジ部のメタルフローは最エッジに限られ、1段のテーパーでもエッジドロップを十分制御可能である。従って、2段テーパー状クラウンロールの適用は、適用するにしても、第2スタンドないし第3スタンドまでの前段スタンドで十分である。

【0028】以下、前段スタンドに適用する2段テーパー状クラウンロールの第1段目のテーパー角度およびテーパー付与長さの好適条件、ならびに第2段目のテーパー角度および中間スタンドに適用する1段テーパー状クラウンロールのテーパー角度の好適条件について説明する。

【0029】(1) 2段テーパー状クラウンロールの第1段目のテーパー角および長さ

図9に、テーパー角度を種々に変化させたワークロールを用いて、母板クラウンが比較的大きい(エッジ25mm位置と板幅中央の板厚偏差: $40\mu\text{m}$)、母板厚: 2.4mmの板を1.5mmまで圧延した場合の板幅方向の板厚プロフィールについて調査した結果を示す。なお、ワークロールには1段テーパーを付与し、有効シフト量 EL_1 は100mmと

となり、次式(5)で定義できる。

$$\text{---(5)}$$

(X)で与えられる。この偏差を最小にするためには、例えば、次式(6)により J_2 を最小にする最適なシフト変化量(ΔEL_2)を求めれば良い。

した。同図によれば、テーパー角度が大きいほうがより内部までエッジドロップ(プロフィール)を制御可能であるが、1/300以上のテーパーロールを使用するとワークロールのテーパー起点位置近傍に挟れ部が発生し幅方向板厚精度が低下する。この点、テーパー角度が1/350の場合にはその挟れ部が小さくなり、最エッジから40mmよりも板幅方向の内部では均一なプロフィールになっている。また、テーパー角度が1/450ロールの場合にはエッジより40mmよりも内側ではやや板厚偏差が大きくなっているものの、問題ない程度である。一方、テーパー角度が1/600以下の条件では幅方向の内部で板厚偏差が大きくなり不適である。従って、第1段目のテーパーは1/50~1/450程度とするのが好ましい。

【0030】また、第1段目のテーパーを付与する長さは、図5に示した転写率の測定結果から、転写率の小さい範囲と一致させることが好ましい。従って、テーパー角度が1/350~1/450の範囲の場合には、2段テーパー状クラウンロールの第1段目のテーパー長さは60mm程度とするのが好ましい。

【0031】(2) 2段テーパー状クラウンロールの第2段目のテーパー角度

第1段目のテーパー角度を1/350として、第2段目のテーパー角度を種々変化させた場合の実験結果を図10に示す。圧延条件は、 $EL=100\text{mm}$ で母板板厚: 2.4mmから第1スタンドで1.5mmまで圧延した。なお、第2段目のテーパーを付与する長さは、テーパーの起点より60mmよりも外側である。同図の結果から、エッジドロップのない板を第1スタンド出側で製造可能な2段目の角度の好適条件は、テーパー角度1/800~1/1200程度であることがわかる。

【0032】(3) 中間スタンドに適用する1段テーパー状クラウンロールのテーパー角度

上述したとおり、第1スタンドにおいて、テーパー角度および有効シフト量を最適な範囲で選択することによりほぼエッジドロップのない板が製造できることがわかった。そこで、中間スタンドのテーパー角度によってどの程度エッジドロップを制御可能かの実験を行った、その結果を図11に示す。

【0033】同図は、第2、3スタンドのテーパー角度を種々変化させ、有効シフト量を0から40mmまで各々5mmおきに变化させ、冷間圧延機列の出側でエッジドロップを測定し、エッジから10mm位置でのエッジドロップ(板幅中央との差で定義)が $\pm 5\mu\text{m}$ 以内になる第2、第3スタンドの有効シフト量 EL の範囲を求めた結果であ

る。同図によれば、エッジドロップの目標範囲を $\pm 5 \mu\text{m}$ 以内にするためには、テーパ角度が $1/300$ および $1/800$ では好適な有効シフト範囲は極めて狭い。従って、第2、3スタンドに適用するテーパ角度は $1/400 \sim 1/600$ 程度が好ましいことがわかる。

【0034】

【実施例】4スタンドの6段圧延機からなる冷間タンデム圧延機列によって、板幅：1000mm、入側板厚（母板厚）：2.4 mmのコイルを0.5 mmまで仕上げた。ワークロール直径は400 mm、ワークロールバレルは1500mmであり、最終スタンドの圧延速度は500 m/min とした。また各スタンドの圧下率は等分配とした。第1発明および従来法は、図3(a) に示した圧延機列を用い、また第2発明は図3(b) に示した圧延機列を用いて圧延を実施した。なお、第1発明では、熱延でのコイルの板プロフィール測定結果を用いてワークロールシフト（有効シフト量EL）位置を設定した。また、冷間圧延中はワークロール

シフト位置は変化させなかった。

【0035】このとき、第1、第2発明および従来法において、各スタンドのワークロールの片側端部に付与したテーパ状クラウンは、表1に示すとおりである。第1、2発明のワークロールに付与したテーパ形状と同じであるが、第2発明では第1スタンドの入り出側および最終スタンドの出側に板のエッジ部のプロフィールが測定可能なエッジプロフィール計を設置し、ワークロールシフトによるエッジドロップのフィードフォワード、フィードバック制御を行った。また、従来法では、中間スタンドとしてストレートのロールを適用しているの、第1スタンドにはこの発明よりも角度の大きい2段テーパ状クラウンロールを使用した。なお、従来法でも第1発明と同様に冷間圧延中はワークロールシフト位置は変化させていない。

【0036】

【表1】

	第1スタンド		第2スタンド	第3スタンド	第4スタンド
	テーパ角度	テーパ長さ	テーパ角度	テーパ角度	
第1発明	1段目 $1/350$ 2段目 $1/600$	1段目 60 mm	$1/400$	$1/400$	ストレート
第2発明	1段目 $1/350$ 2段目 $1/600$	1段目 60 mm	$1/400$	$1/400$	ストレート
従来法	1段目 $1/300$ 2段目 $1/400$	1段目 60 mm	ストレート	ストレート	ストレート

【0037】第1、第2発明および従来法ともに、 $50 \mu\text{m}$ （先端代表位置のエッジ25mm位置のクラウン、ただし長手方向の板クラウンは $30 \sim 70 \mu\text{m}$ の範囲で変化していた）の板クラウンを有するホットコイルの圧延を行い、冷間圧延後のコイル先端部の板プロフィール、1コイル内の長手方向のエッジ10mm位置のエッジドロップ変化、および各々10コイルについて板幅のセンターとエッジ10mm位置との差が $\pm 5 \mu\text{m}$ 以内になる割合について比較した。なお、この発明および従来法ともに同等のクラウンを有する母板コイルで実験を行った。

【0038】図12に、コイル先端部のプロフィールを比較して示したが、同図から明らかなように、第1、第2発明とも良好なエッジのプロフィールが得られたのに対し、従来法ではエッジ30mm位置でエッジアップが大きく均一なプロフィールを得ることができなかった。また、図13には、長手方向のエッジ10mm位置におけるエッジドロップの変化について示したが、同図によれば、この発明では従来法に比べてエッジドロップを格段に軽減することが

でき、とくに第2発明ではコイル全長にわたり $\pm 5 \mu\text{m}$ の板厚偏差を達成できた。さらに、表2に、エッジ10mm位置における板厚偏差 $\pm 5 \mu\text{m}$ の達成率について調べた結果を示すが、同表から明らかなように、この発明では従来法に比べ飛躍的に板厚偏差の向上を図ることができる。

【0039】

【表2】

	エッジ10mm位置における板厚偏差 $\pm 5 \mu\text{m}$ 達成率
第2発明	99.2 %
第1発明	90.2 %
従来法	57.8 %

【0040】

【発明の効果】かくしてこの発明によれば、ホットの母板クラウンが大きい場合にも、また母板板厚が薄い場合

にも、エッジドロップを効果的に軽減して、幅方向のプロファイルを均一にすることができ、従って、従来に比べ耳切り代を大幅に削減して歩留りの向上を図ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】従来法およびこの発明によるエッジドロップ制御の概念の差を示した図である。

【図2】この発明で使用する各スタンドのワークロールプロフィール（クラウン）を模式的に示した図である。

【図3】この発明の実施に用いて好適な冷間タンデム圧延機列の模式図である。

【図4】転写率の定義を示した図である。

【図5】実際の転写率を示した図である。

【図6】中間スタンドの有効シフト量を変更した場合におけるプロフィール変化を示した図である。

【図7】第2発明に従う制御方法を示すフローチャートである。

【図8】第2スタンドの有効シフト量を変化させた場合におけるエッジドロップ変化を示した図である。

【図9】1段テーパの角度を変化させた場合におけるエッジプロフィール変化を示した図である。

【図10】2段テーパ状クラウンロールの1段目のテーパ角度を1/350に固定し、2段目のテーパ角度を

変化させた場合におけるエッジプロフィール変化を示した図である。

【図11】中間スタンドのテーパ角度を変化させ、有効シフト量も変化させた場合に、冷間圧延機出側で $\pm 5 \mu\text{m}$ 以内のエッジドロップを達成可能な有効シフト条件を示した図である。

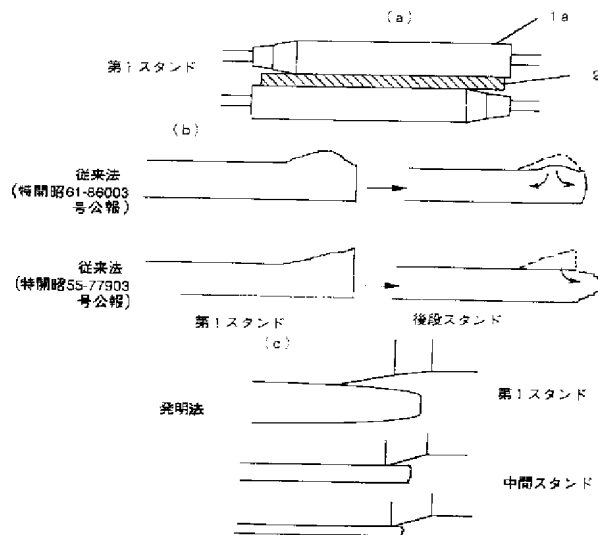
【図12】この発明および従来法に従って冷間圧延した場合のコイル先端のプロファイルを比較して示した図である。

【図13】この発明および従来法に従って冷間圧延した場合におけるコイル長手方向の板厚変化を比較して示した図である。

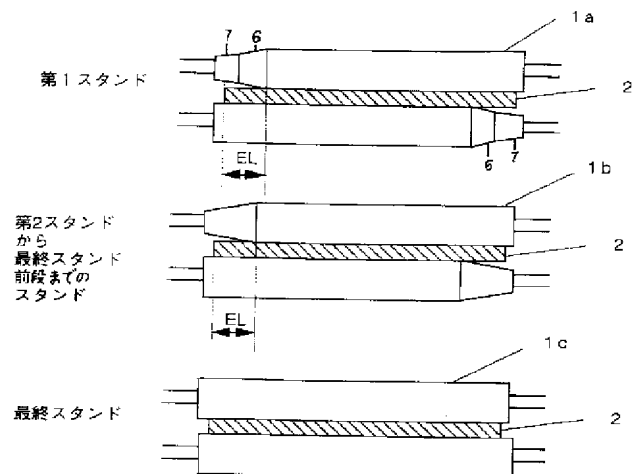
【符号の説明】

- 1 a 2段テーパ状クラウンロール（第1スタンド）
- 1 b 1段テーパ状クラウンロール（中間スタンド）
- 1 c ストレートワークロール（最終スタンド）
- 2 コイル（板）
- 3 中間ロール
- 4 バックアップロール
- 5 エッジプロフィール計
- 6 2段テーパ状クラウンロールの第1段目テーパ
- 7 2段テーパ状クラウンロールの第2段目テーパ

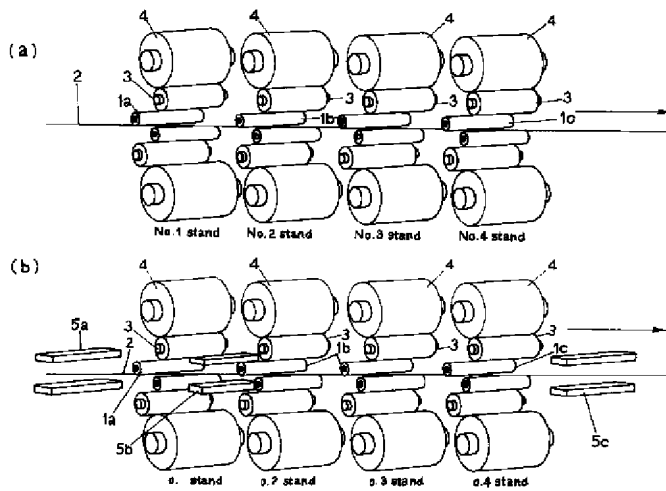
【図1】



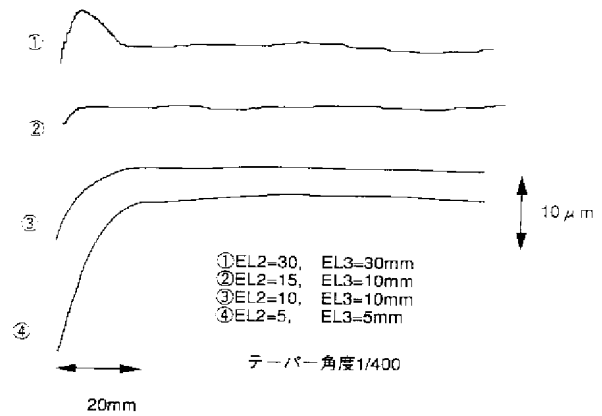
【図2】



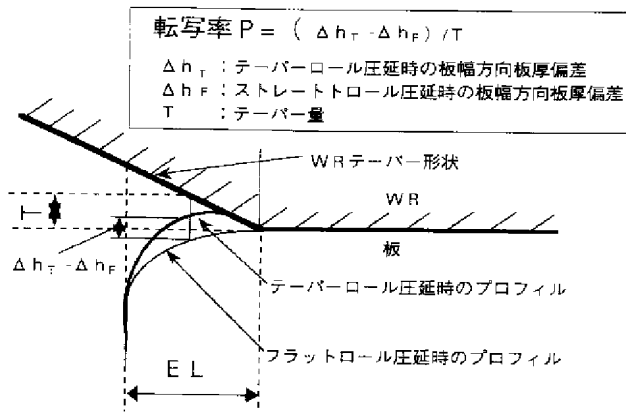
【図3】



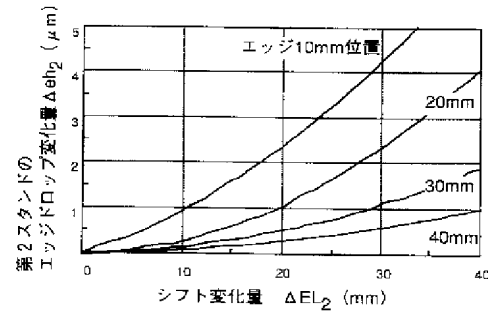
【図6】



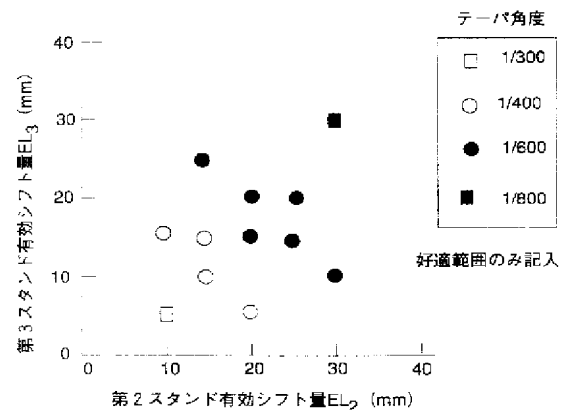
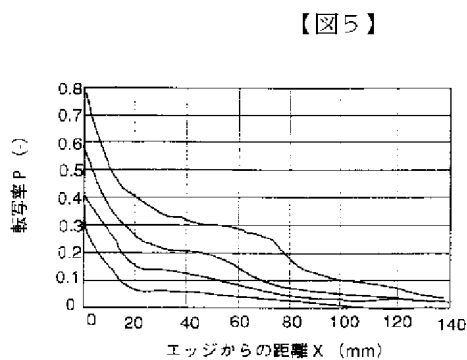
【図4】



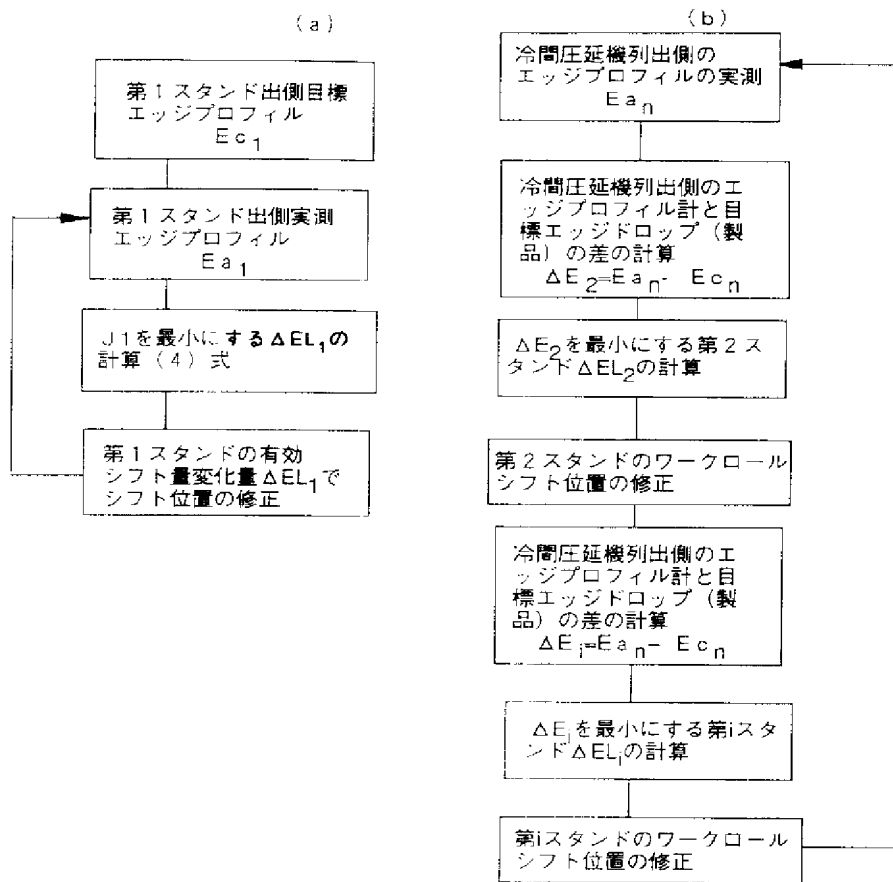
【図8】



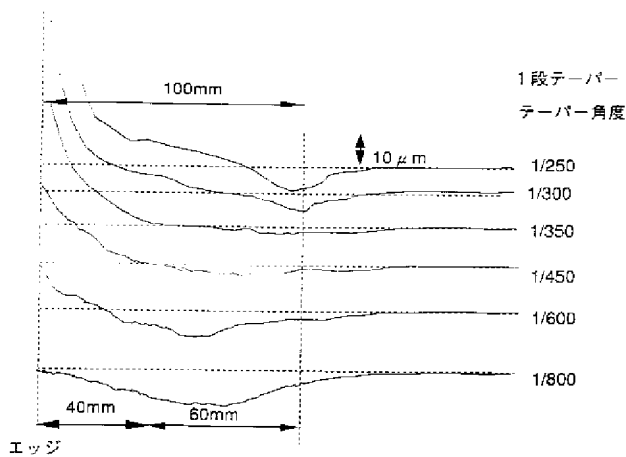
【図11】



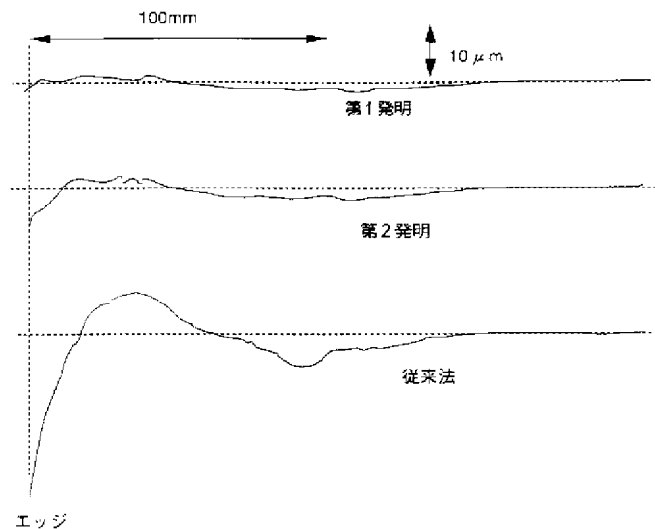
【図7】



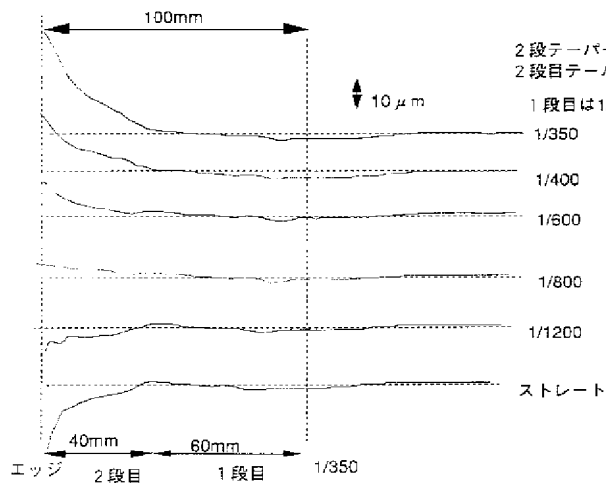
【図9】



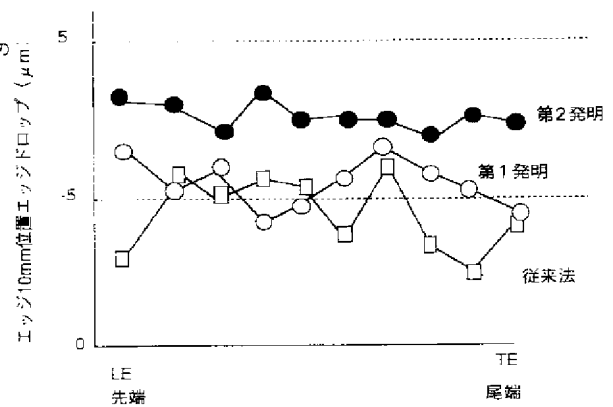
【図12】



【図10】



【図13】



フロントページの続き

(72)発明者 赤木 功
岡山県倉敷市水島川崎通1丁目(番地なし) 川崎製鉄株式会社水島製鉄所内

(72)発明者 中西 敏修
岡山県倉敷市水島川崎通1丁目(番地なし) 川崎製鉄株式会社水島製鉄所内

(72)発明者 市 智之
岡山県倉敷市水島川崎通1丁目(番地なし) 川崎製鉄株式会社水島製鉄所内